

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

**2 257 077**

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 74 00190**

(54)

**Volant d'inertie pour satellite.**

(51)

Classification Internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). **G 01 C 19/24; B 64 G 1/00.**

(22)

Date de dépôt ..... **3 janvier 1974, à 16 h 9 mn.**

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... **B.O.P.I. — «Listes» n. 31 du 1-8-1975.**

(71)

Déposant : Société anonyme dite : **SOCIÉTÉ NATIONALE INDUSTRIELLE AEROSPA-  
TIALE**, résidant en France.

(72)

Inventeur de : **Pierre Poubeau.**

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : **Simonnot, Rinuy, Santarelli.**

La présente invention concerne un volant d'inertie pour satellite et plus particulièrement un volant d'inertie à suspension magnétique pour un satellite comprenant un rotor et un stator.

5 On sait que les systèmes inertiels de satellites peuvent être amenés à fonctionner soit en roue de réaction entre une vitesse de rotation maximale et une vitesse de rotation nulle dans l'un ou l'autre sens, soit en roue cinétique autour d'une vitesse nominale modulée, soit enfin en volant de  
10 récupération d'énergie entre une vitesse maximale admissible et la vitesse minimale fournissant une force électromotrice suffisante dans le circuit induit d'un moteur-générateur.

Dans tous les cas, le problème essentiel à résoudre dans la conception d'un volant de satellite de ce genre, se  
15 situe toujours au niveau des paliers, de la tenue mécanique du volant ainsi que de la fiabilité de l'ensemble en tenant compte de la phase de lancement.

On est ainsi amené à considérer de longues périodes de fonctionnement du satellite voisines de 10 années, sans intervention possible dans une ambiance sévère d'ultra-vide et de rayonnement cosmique intense après un lancement qui a comporté un niveau de vibration sous accélération considérable.

En ce qui concerne les paliers, l'art antérieur fournit bien des solutions mettant en oeuvre des dispositifs de  
25 centrage magnétique actifs, mais de telles solutions sont peu compatibles avec les conditions de fonctionnement qui viennent d'être mentionnées.

De même des conceptions de rotor de volant avec carter de liaison entre la jante et l'axe de rotation ont également été proposées, mais cette solution ne résout pas entièrement le problème des contraintes centrifuges de traction exercées au niveau de la liaison carter-axe. Il est connu en effet qu'une vitesse périphérique de la jante du volant de  
30 l'ordre de 500 m/s introduit déjà des contraintes amenant un allongement voisin de 1 % pour de l'acier dans la jante en  
35 sollicitant ainsi sensiblement l'assemblage, bien que celui-ci

soit habituellement réalisé de manière homogène par soudage par bombardement électronique par exemple.

Enfin le domaine de la fiabilité conduit à envisager des dispositifs de centrage magnétique passifs en lieu et place de dispositifs de centrage magnétique actifs nécessitant une chaîne d'asservissement très élaborée et à prévoir une redondance de centrage de sécurité au niveau des deux points de pivotement de l'axe du rotor. Ce domaine de la fiabilité intéresse également la conception structurale d'ensemble tant en ce qui concerne les jeux optimums compatibles avec les éléments électromécaniques du moteur-générateur que l'amortissement des oscillations apparaissant aux passages des vitesses critiques du fait de la rigidité radiale limitée des dispositifs de centrage magnétique passifs alors utilisés.

Toutefois, et conformément au théorème d'EARNSHAW, qui implique un asservissement au moins sur un axe, cet asservissement doit être réalisé dans toute conception comportant l'utilisation de dispositifs de centrage magnétique radial passifs.

L'invention fournit donc un volant cinétique de satellite à dispositifs de centrage magnétique passifs, entre un stator et un rotor comprenant au moins un dispositif de centrage magnétique radial passif, au moins un dispositif de centrage magnétique axial asservi à un détecteur de vitesse axiale et à un détecteur de position axiale, au moins un moteur-générateur centreur à rotor aimanté et stator à enroulements toriques commutés par un détecteur de position angulaire de rotation, au moins un dispositif d'amortissement, deux pivots coniques redondants de centrage de sécurité du montage axial du rotor dont l'un est éventuellement au contact d'une crapaudine en polyimide dopé sur le stator, d'un moyen de liaison entre la jante et l'axe desdits pivots utilisant une structure dite en cycloprofil à fils nappés enrobés.

L'invention fournit également sur le volant cinétique une jante inertielle en fils bobinés, un arbre creux en fils de carbone coaxial à l'axe de rotation et enfin deux carters d'enveloppement.

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui va suivre, faite en regard des dessins annexés et donnant à titre indicatif mais nullement limitatif une forme de réalisation de l'invention.

5 Sur ces dessins :

la figure 1 est une vue en coupe partielle axiale d'un volant cinétique de satellite suivant l'invention ;

la figure 2 est une vue en perspective partielle du moteur-générateur mis en oeuvre dans le volant de satellite de  
10 la figure 1 ;

la figure 3 est une vue en plan schématique du moteur-générateur de la figure 2 ;

la figure 4 est une vue en perspective partielle du détecteur de position axiale du volant d'inertie du satellite  
15 de la figure 1 ;

les figures 5 et 6 sont des vues complémentaires en coupe partielle du détecteur de position de la figure 4 ;

la figure 7 est une vue schématique suivant VII-VII de la figure 1 montrant la disposition des enroulements du  
20 détecteur de position axial des figures 4 à 6 ; et

la figure 8 est une vue en perspective de la structure de bobinage en "cycloprofil" du rotor.

On voit sur la figure 1 une coupe schématique partielle suivant l'axe de rotation XY et un diamètre ZZ' d'un volant cinétique de satellite suivant l'invention comprenant une  
25 partie statorique 2 enveloppant une partie rotorique 1 montée autour d'un arbre 3. Le rotor 1 est normalement maintenu en bonne place dans le stator 2 par des dispositifs de centrage axial et radial ou paliers magnétiques comprenant des tores  
30 magnétiques de révolution autour de l'axe XY ainsi que des enroulements qui seront décrits en détail ci-après.

L'arbre 3 est un axe redondant c'est-à-dire qu'il n'est pas normalement actif, la mise en appui de ses pivots 104 et 104' sur les crapaudines vis-à-vis 4 et 4' du stator 2 peut  
35 être assurée lors de certaines circonstances particulières telles que le lancement ou la mise hors d'usage des dispositifs de centrage axial.

La mise en position du rotor 1 par rapport au stator 2 en fonctionnement normal comprend le centrage axial dans la direction XY et le centrage radial, selon la figure 1, par exemple dans la direction diamétrale ZZ'.

5 Le centrage radial est assuré par un système de dispositifs de centrage magnétique comprenant plusieurs éléments dont un centreur magnétique à tore 200 et 201 à chaque extrémité et un moteur-générateur centreur 202 et 203 également à chaque extrémité.

10 Chaque centreur 200 ou 201 comporte des tores à section rectangulaire d'allongement important en un matériau de grande énergie magnétique du genre samarium-cobalt par exemple.

15 Ces tores repérés 5 à 10 et 11 à 16, sur la figure 1, ont des polarités opposées et complémentaires et le flux se referme au travers d'entrefers et d'armatures 17-18, 19-20 sur le stator 2.

20 Chaque moteur centreur 202 ou 203 est constitué sur le stator 2 par deux tores à section rectangulaire allongée, repérés 21-22 et 23-24 portant des bobinages induits et un élément inducteur torique sur le rotor 1 repéré 25 et 26 qui est réalisé en un matériau à grande énergie magnétique du genre samarium-cobalt par exemple avec son flux magnétique alterné sur 180° et dirigé circulairement en se refermant sur lui-même grâce à l'alternance des polarités.

25 Le principe de fonctionnement de chaque moteur-générateur 202 et 203 est mis en évidence sur les figures 2 et 3 qui représentent, selon une perspective partielle et en plan, les éléments correspondant aux repères 21, 22, 25 et 27 de la figure 1, étant entendu que les éléments repérés 23, 24, 26 et 28 à l'autre extrémité axiale du rotor sont symétriques.

30 Sur la figure 2, on voit que chacun des tores 21 et 22 reçoit quatre enroulements toriques repérés 29 à 32 et 33 à 36 alimentés depuis une boîte de commande 37 pilotée par un système du type magnétique ou photo-électrique comportant un générateur lumineux 38, quatre miroirs réfléchissants 39 à 42 liés au rotor et une photo-diode 43.

Un tel moteur générateur fonctionne de la façon suivante :

A l'instant considéré correspondant à la représentation faite sur les figures 2 et 3, un courant "i" est envoyé  
5 par 37 dans les bobinages 29-33, 31-35 et selon un sens mis en évidence par les petites flèches disposées le long des conducteurs.

A cet instant les parties de conducteurs situées dans les entrefers vont donc être soumises au champ magnétique "c"  
10 et vont toutes être parcourues par ce courant "i" dont le sens va déterminer, conformément à la loi de LAPLACE, une force  $F$  mettant le moteur en mouvement et ce jusqu'à ce qu'une commutation intervienne pour changer le sens de ce courant et alimenter les bobines 32-36 et 30-34, c'est-à-dire pendant un quart  
15 de tour dans le sens de la flèche  $f_2$  dans l'exemple choisi.

Si l'on se reporte maintenant plus particulièrement à la figure 3, on voit que cette rotation va en effet continuer jusqu'à ce que les jonctions N - S de l'aimant torique 25 se trouvent en position verticale sur la figure, à la suite de  
20 quoi le miroir 42 va se trouver alors à la place du miroir 39 pour produire une commutation coupant les bobinages 29-33 et 31-35 et alimentant convenablement les bobinages 32-36 et 30-34.

La rotation se poursuit ainsi à une vitesse qui peut  
25 être déterminée par une horloge de commutation asservie au capteur 43 lorsque l'ensemble fonctionne en moteur. Lorsque le même ensemble fonctionne en générateur, le même capteur 43 peut servir à contrôler le courant produit par les bobinages induits sélectionnés de manière à obtenir ainsi un courant unidirectionnel.  
30

La fonction du dispositif de centrage magnétique passif à grande rigidité radiale qui vient d'être décrit, est assurée grâce à la section en rectangle allongé des tores magnétiques des centreurs et des moteurs générateurs.

35 Ainsi, la section très allongée des tores magnétiques 5 à 10 et 25 ou 11 à 16 et 26 est suffisante pour assurer une

rigidité radiale convenable du rotor. Toutefois, et s'il en était besoin, plusieurs tores magnétiques pourraient être ajoutés en complément de ceux présentement représentés.

5 La rotation du rotor centré par paliers magnétiques implique, pour le passage des vitesses critiques, un amortissement des oscillations engendrées du fait des excitations possibles et de la rigidité radiale limitée des paliers magnétiques.

10 Un premier amortissement peut être introduit au niveau des tores magnétiques des centreurs.

Les tores 5, 6 et 11, 12 sont à cet effet enrobés dans un élastomère chargé 43-44 et supportés axialement par des fils d'acier fin 45 à 48 de 0,2 mm de diamètre par exemple.

15 Un deuxième système d'amortissement 204 et 205 venant en complément du premier est constitué sur le rotor de tores magnétiques à sections rectangulaires respectivement 49 à 52 et 53 à 56 pris dans un matériau à grande énergie magnétique du genre samarium-cobalt par exemple et le flux magnétique se referme alors par les armatures 57-58 et 59-60.

20 Dans l'entrefer de ces tores magnétiques, se trouvent placés sur le stator deux disques conducteurs 61-62 en aluminium, argent ou cuivre par exemple et tout déplacement radial du rotor entraîne, selon la loi de LENZ, des courants induits dans le métal qui inter-agissent avec le champ magnétique pour  
25 produire des forces opposées au mouvement perturbateur.

Comme déjà indiqué, la suspension magnétique complète du rotor implique, conformément au théorème d'EARNshaw, un asservissement actif dans la direction axiale.

30 Le dispositif de centrage magnétique d'asservissement axial est réalisé par deux actuateurs 206 et 207 électrodynamiques, de type haut parleur, commandés par un réseau électronique exploitant un signal de position axiale et un signal de vitesse axiale.

35 Chaque actuateur 206 ou 207 comporte essentiellement à cet effet sur le rotor un aimant torique repéré 63 pour l'un et 64 pour l'autre, dont le champ magnétique est radial et dirigé vers l'axe de rotation. Un enroulement torique sur le

stator, repéré 65 pour l'un et 66 pour l'autre, se trouve placé dans le champ magnétique qui est refermé sur le rotor par les armatures 67 pour l'un et 68 pour l'autre actuateur.

Les bobinages 65 et 66 sont alimentés par les connexions (a, b-c, d) depuis une boîte de commande 69 (figure 4) recevant les signaux du détecteur de position axiale 208 qui fournit ainsi directement les signaux amplifiés de commande aux actuateurs.

Le détecteur de vitesse axiale 208 qui fonctionne d'une manière analogue aux actuateurs mais en générateur de signaux, comporte un simple bobinage torique 70 placé sur le stator dans le champ d'un aimant torique 71 lié au rotor se refermant à travers l'armature 95. Si le détecteur de vitesse axiale peut exploiter directement les signaux issus d'un bobinage, il en va tout autrement pour le détecteur de position axiale 209 asservissant conjointement les actuateurs.

Les figures 4 à 7 montrent le principe de fonctionnement d'un tel détecteur de position axiale qui comprend essentiellement sur le rotor un aimant torique 72 à haute énergie magnétique du genre samarium-cobalt par exemple, aimanté radialement et alternativement selon six secteurs, une armature 73 pour refermer le flux magnétique et sur le stator une première série de deux fois six enroulements à boucle axiale repérés 74 à 79 et 80 à 85, une deuxième série de six enroulements, coaxiale à la première, repérés 86 à 91 et trois boîtes de contrôle repérées 92, 93, 94 dont l'une, centrale, envoie les signaux de correction à la boîte de commande 69 par l'intermédiaire des connexions "e" et "f".

Selon la position axiale instantanée du circuit magnétique déterminé par le champ de l'aimant 72, une portion plus ou moins grande des circuits des boucles 74 à 79 et 80 à 85 est soumise à l'action du champ magnétique comme cela est mis en évidence sur les figures 5 et 6.

En cours de rotation du rotor dans le sens de la flèche f, par exemple, la force électromotrice induite dans les boucles 74 à 79 croît, alors que celle induite dans les boucles 80 à 85 décroît et ceci en vertu de la loi de LAPLACE.



En disposant les boucles 74 à 79 et 80 à 85 en opposition, on retrouve aux bornes de ces enroulements, dans les boîtes de contrôle 92 à 94, un signal " $e_0$ " proportionnel à l'écart de position axiale par rapport à une référence donnée. Ce signal " $e_0$ " est également proportionnel à la vitesse de rotation par le fait qu'une troisième série de boucles 86 à 91 fournit une force électromotrice induite " $e_1$ " de référence, indépendante de la position axiale et proportionnelle à la vitesse de rotation puisque toutes ces boucles sont contenues, par construction, dans le flux magnétique comme on le voit sur les figures 5 et 6.

Le rapport  $\frac{e_0}{e_1}$  est donc proportionnel, aux bruits près, à l'écart axial et indépendant de la vitesse et le signal qui lui correspond est envoyé, depuis la boîte de commande 93, vers la boîte de commande 69, par les connexions "e" - "f" pour être transmis aux actuateurs 206 et 207 par les connexions (a, b-c, d).

Il doit être mentionné que le nombre de boucles, qui est de six dans le présent exemple, peut être quelconque pourvu qu'il soit pair.

En fonctionnement normal, c'est-à-dire dans la phase satellisée, le contrôle axial précédemment décrit assure la suspension totale du rotor qui peut présenter sans inconvénient un jeu appréciable de l'ordre de 1 à 2 mm par rapport au stator dans les deux directions radiale et axiale. Toutefois, en cas de défaillance du contrôle axial actif, une des butées-crapaudines 4' ou 4' autolubrifiantes en matériau du genre polyimide dopé reçoit l'une ou l'autre extrémité conique 104' ou 104' de l'arbre 3 réalisé en un matériau spécial du genre carbure de tungstène par exemple, en assurant ainsi le maintien correct du rotor. Les caractéristiques de ces butées et de l'arbre 3 permettent un fonctionnement de plusieurs milliers d'heures dans des conditions qui restent satisfaisantes, ce que ne fournissait pas l'Art antérieur.

Si l'on se reporte maintenant à nouveau à la figure 1, on voit que le rotor comporte une jante 96 avantageusement

constituée, suivant l'invention, d'un matériau filaire bobiné du genre fil d'acier à haute résistance, fil de carbone ou fil de verre imprégné, ou bien encore de fil de carbure de bore ou de silicium en matrice alu.

5 Cette jante est réunie à la partie centrale par une nappe de fils disposés en structure dite cycloprofil comme schématiquement représenté sur la figure 8.

Une telle technique de bobinage a essentiellement pour avantage de ne pas soumettre à des sollicitations dange-  
10 reuses les points de liaison entre le carter porte-jante et l'arbre de rotation. La figure 8 montre à cet effet que le point d'assemblage 97 constituait, dans l'art antérieur, un point faible difficile à éliminer.

La technique dite en cycloprofil, utilisée dans la  
15 présente invention, a pour objet de produire un bobinage en nappes filaires imprégnées, dans lesquelles aucun des fils n'est interrompu, ce qui confère à l'ensemble une exceptionnelle tenue en fatigue. Ainsi sur la figure 8, l'un des fils de nappe pris au hasard et repéré 98 parcourt le chemin l, m,  
20 n, o, p, q, en passant tangentiellement contre l'arbre, sans être interrompu.

L'arbre creux 99, assurant l'assemblage et le centrage des éléments rotoriques, est en fibres de carbone de densité 1,55 de même que les deux demi-carters nervurés 100 et 101  
25 élaborés de même en technique cycloprofil.

Dans la pratique, une forme de réalisation de l'invention a permis d'obtenir un volant cinétique de satellite d'une masse approximative de 10 kg pour une vitesse de 30 000 tours/minute. L'ensemble rotor-stator peut être mis en oeuvre soit  
30 en roue de réaction ou en roue cinétique en utilisation avec moteur, soit en volant de récupération avec utilisation comportant un générateur lors de certaines phases de vol telles que passage d'ombres ou bien la détérioration momentanée des générateurs par exemple.

35 Dans le cas de fonctionnement en générateur, les circuits électriques sont bien entendu adaptés en conséquence.

Il doit être noté que deux volants d'inertie peuvent être associés en contra-rotation, de manière à pouvoir accélérer les volants en accumulation d'énergie et à pouvoir les décélérer en récupération d'énergie sans créer de couples perturbateurs sur le satellite.

On voit que l'invention fournit une solution nouvelle aux problèmes des volants d'inertie de satellites.

Il va de soi que la présente invention a été décrite à titre d'exemple préférentiel indicatif mais nullement limitatif et que l'on pourra introduire toute équivalence dans ses éléments constitutifs sans sortir de son cadre défini par les revendications annexées.

REVENDICATIONS

1. Volant d'inertie à suspension magnétique pour un satellite, caractérisé en ce qu'il comprend un rotor enfermé dans un stator, aux deux extrémités axiales du rotor un dispositif de
- 5 centrage magnétique radial passif 200, un dispositif de centrage magnétique axial actif 206 asservi à un détecteur de vitesse axiale 208 et un détecteur de position axiale 209, au moins un dispositif d'amortissement 204, au moins un moteur générateur à commutation 202, un arbre 3 de rotation du rotor à pivots
- 10 redondants sur butées de sécurité, chaque dispositif de centrage magnétique radial passif 200 comprenant sur le rotor 1 au moins deux tores magnétiques coaxiaux 7 et 8 de champ magnétique axial alterné compris entre deux tores magnétiques coaxiaux 9 et 10 d'un côté, dont le champ magnétique axial complémentaire se fer-
- 15 me sur le stator 2 par la culasse 17, et deux tores magnétiques coaxiaux 5 et 6 de l'autre côté, dont le champ magnétique axial complémentaire se ferme sur le stator 2 par la culasse 18, chaque dispositif de centrage magnétique axial 206 comprenant au moins sur le rotor 1 un tore magnétique 63 à champ radial vis-
- 20 à-vis d'un bobinage circulaire 65 sur le stator 2, qui reçoit des signaux de correction du détecteur de vitesse axiale et du détecteur de position axiale, le dispositif d'amortissement 204 comprenant sur le rotor 1 des aimants toriques 49 à 52 et sur le stator 2 un disque conducteur 61, le moteur générateur
- 25 202 comprenant sur le rotor 1 au moins un tore magnétique 25 à aimantation alternée vis-à-vis de bobinages 21 sur le stator 2 enroulés sur un noyau torique ferromagnétique, les parties de spires 33 à 36 des bobinages situées dans l'entrefer engendrant soit des forces électromagnétiques permettant la rotation
- 30 continue du tore magnétique 25 par commutation successive des bobinages toriques actifs 29 à 32 qui sont soumis les uns après les autres au même champ magnétique continu, soit un courant induit unidirectionnel lorsque le tore 25 est mis en rotation continue et que les bobinages toriques 29 à 32 sont commutés suc-
- 35 cessivement après avoir été soumis les uns après les autres au même champ magnétique continu.

2. Volant d'inertie à suspension magnétique pour satellite, selon la revendication 1, caractérisé en ce que le détecteur de vitesse axiale 208 comprend sur le rotor 1 un tore magnétique 71 de champ magnétique radial unidirectionnel en regard radial d'un bobinage circulaire 70 sur le stator 2 et d'une culasse de fermeture du flux 95, le signal issu des déplacements axiaux du tore magnétique 71 par rapport au bobinage circulaire 70 étant transmis à un organe de contrôle 69 fournissant un signal convenable aux deux dispositifs de centrage magnétique axial 206 et 207.

3. Volant d'inertie à suspension magnétique pour satellite, selon la revendication 1, caractérisé en ce que le détecteur de position axiale 209 comprend sur le rotor 1 un tore magnétique 72 de champs magnétiques radiaux alternés pairs refermés par la culasse 73 en regard de séries de bobinages circulaires à boucles axiales au pas polaire sur le stator 2, les deux premières séries de bobinages circulaires à boucles 74 à 79 et 80 à 85 étant disposées dans le prolongement l'une de l'autre et coaxialement audit tore magnétique 72 et la troisième série de bobinages circulaires à boucles axiales 86 à 91 étant disposée axialement entre les deux premières séries coaxialement à ces dernières et constamment située dans le champ magnétique du tore 72 de telle sorte que, lorsque ledit tore magnétique 72 déplace en rotation les champs magnétiques radiaux, ces derniers embrassent les portions de conducteurs axiaux des deux premières séries de bobinages qui se trouvent alors dans le champ magnétique proportionnellement à leur position relative par rapport auxdits champs d'où un courant induit dans les boucles disposées convenablement en série et ce, indépendamment de la vitesse de rotation dans la mesure où la troisième série de bobinage fournit bien la référence de ladite vitesse de rotation indépendamment de la position axiale des deux premières séries de bobinages dans les champs magnétiques, les signaux en provenance desdits trois bobinages étant appliqués ensuite aux dispositifs de centrage magnétique axial 206 et 207 après traitement dans un organe de contrôle convenable 69.

4. Volant d'inertie à suspension magnétique pour satellite selon la revendication 1, caractérisé en ce que la redondance de la suspension du rotor est obtenue, en cas de non fonctionnement des moyens magnétiques commandés par les  
5 détecteurs, par mise en appui de l'une des extrémités coniques 104 de l'axe de rotation 3, qui est en un matériau dur convenable, sur l'une des butées 4 solidaires du stator 2 réalisées en un polyimide dopé, c'est-à-dire chargé par un matériau améliorant les propriétés autolubrifiantes ainsi que les propriétés  
10 de conductibilité électrique et thermique.

5. Volant d'inertie à suspension magnétique pour satellite, selon la revendication 1, caractérisé en ce que la commutation est obtenue à partir d'un moyen optique, mettant en oeuvre une source lumineuse 38 et un détecteur du genre  
15 photo-diode 43 liés au stator 2, et au moins un réflecteur à miroir 39 lié au rotor 1.

6. Roue de réaction cinétique pour satellite, avec volant d'inertie selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le moteur est contrôlé par un commutateur commandé par un détecteur de vitesse asservi à un  
20 générateur pilote déterminant la vitesse de rotation.

7. Volant de récupération pour satellite selon les revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le générateur débite sur un commutateur commandé par un détecteur de vitesse  
25 de rotation.

8. Volant d'inertie à suspension magnétique pour satellite, selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rotor comporte un moyen de liaison jante-moyeu dit en cycloprofil dans lequel les fils en nappes imprégnées 98 venant de  
30 la jante contournent le moyeu 97 sans être interrompus.

9. Volant d'inertie à suspension magnétique pour satellite, selon la revendication 1, caractérisé en ce que les tores magnétiques coaxiaux 5 et 6 et 9 et 10 sont enrobés dans un élastomère chargé 43 et sont supportés axialement par des fils d'acier fins 45 et 46.  
35

10. Volant d'inertie à suspension magnétique pour satellite, selon l'une des revendications 1, 2 et 3, caractérisé

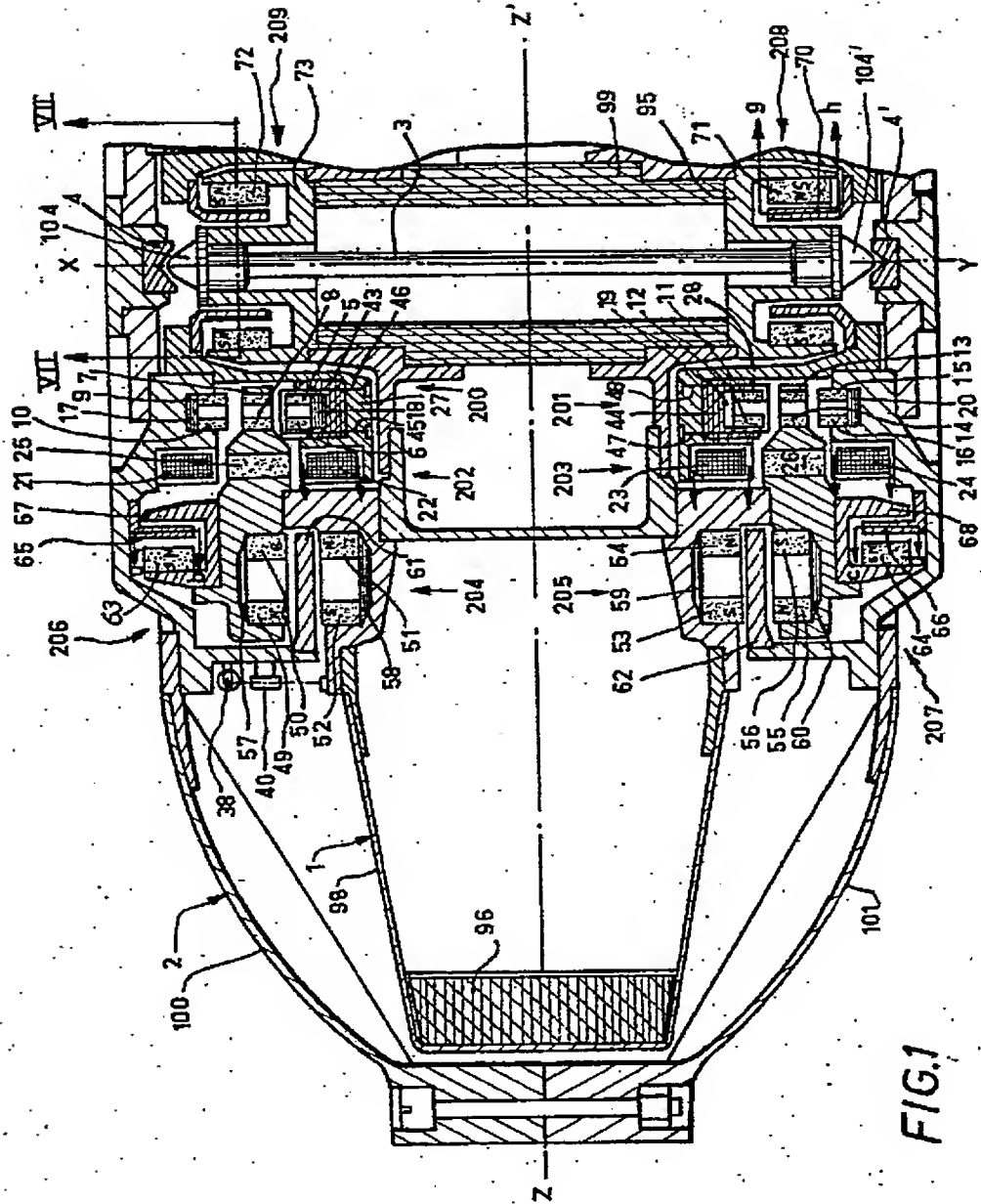
en ce que la matière constituant les tores magnétiques est du samarium-cobalt ou un matériau de propriété magnétique similaire.

5 11. Volant d'inertie à suspension magnétique pour satellite, selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rotor est lié à l'axe de rotation par un arbre creux 99 en fils de carbone.

10 12. Volant d'inertie à suspension magnétique pour satellite, selon la revendication 8, caractérisé en ce que la jante 96 est en un matériau filaire bobiné du genre fil de carbone, fil d'acier, fil de verre, fil de carbure de bore ou de silicium en matrice aluminium.

15 13. Volant d'inertie à suspension magnétique pour satellite, selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une enveloppe en deux demi-carters 98 enferme le rotor 1.

14. Volant d'inertie à suspension magnétique pour satellite, selon la revendication 13, caractérisé en ce que les enveloppes sont réalisées selon le mode en cycloprofil à fil nappé et imprégné.





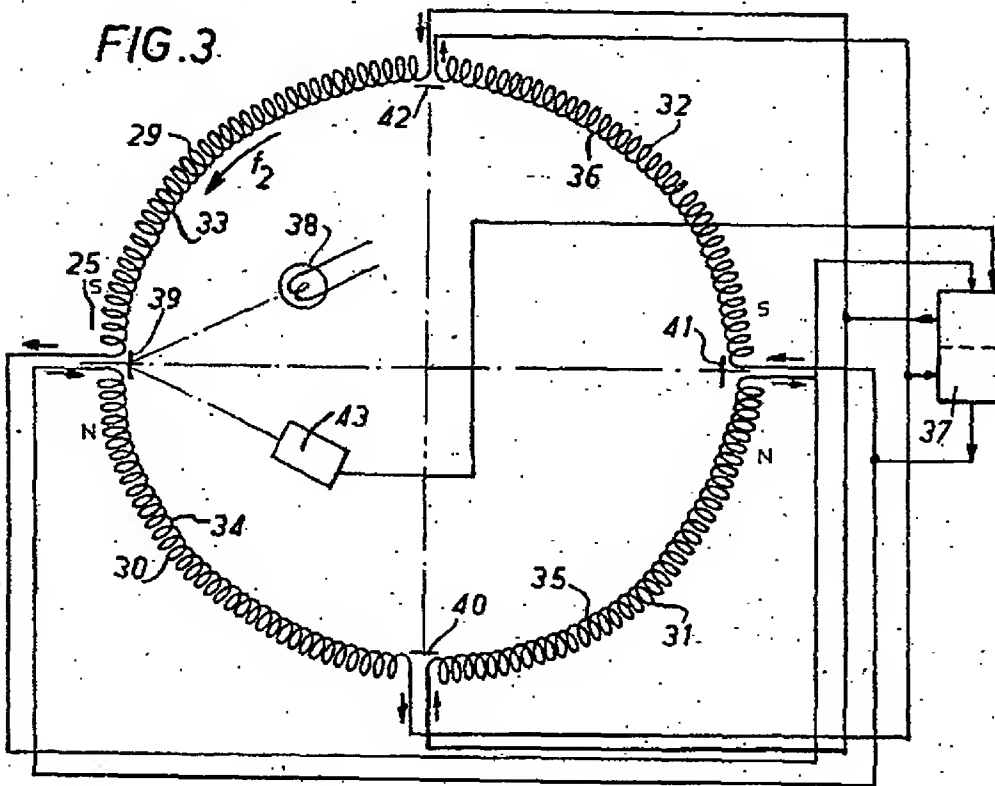
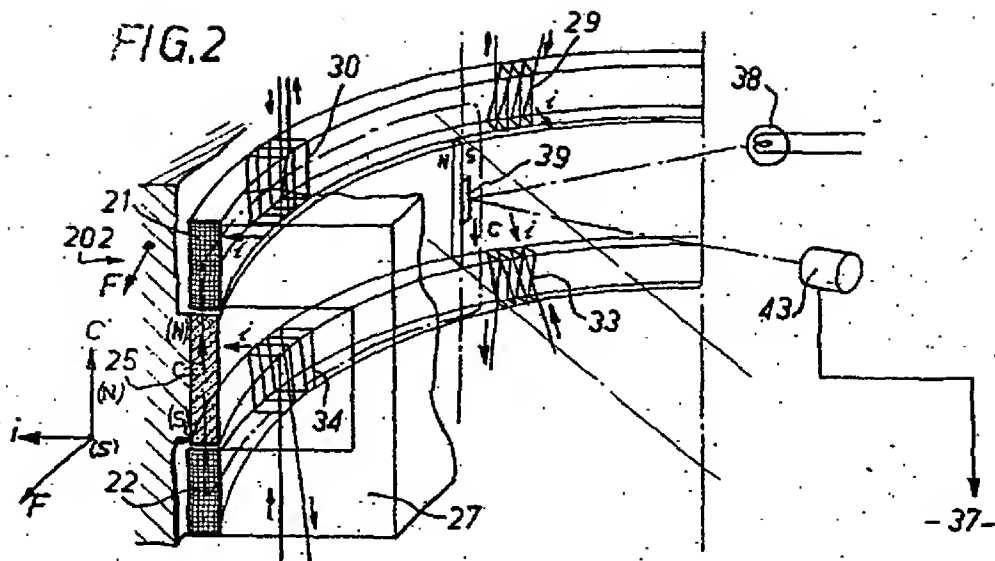


FIG. 4

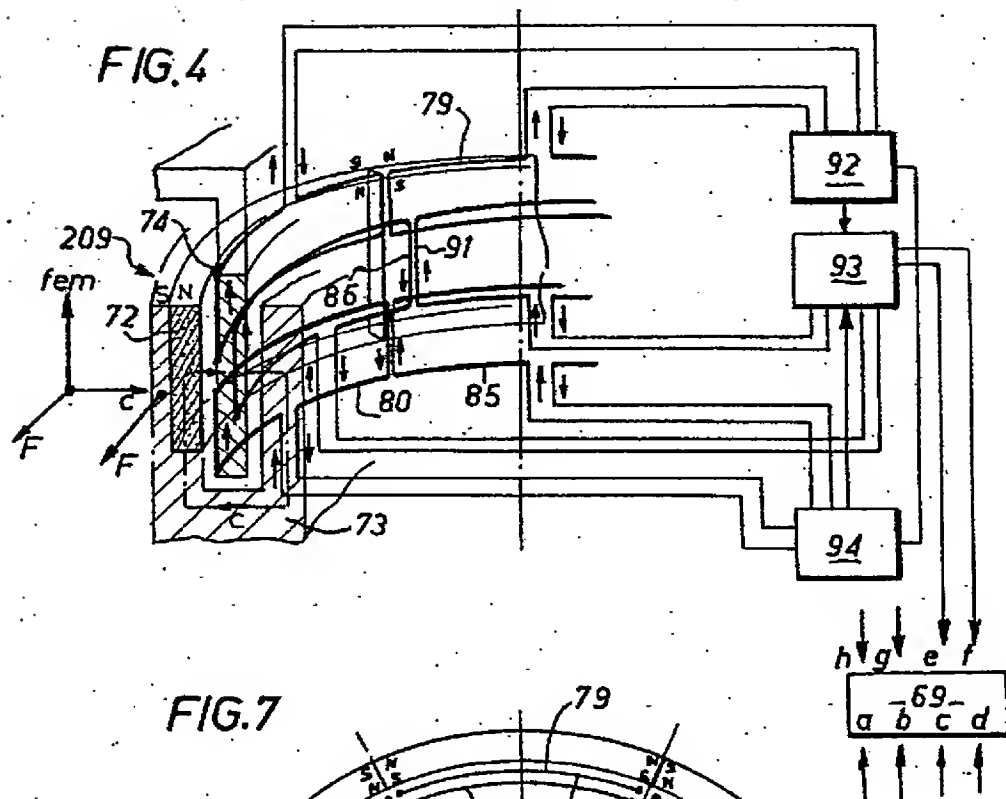


FIG. 7

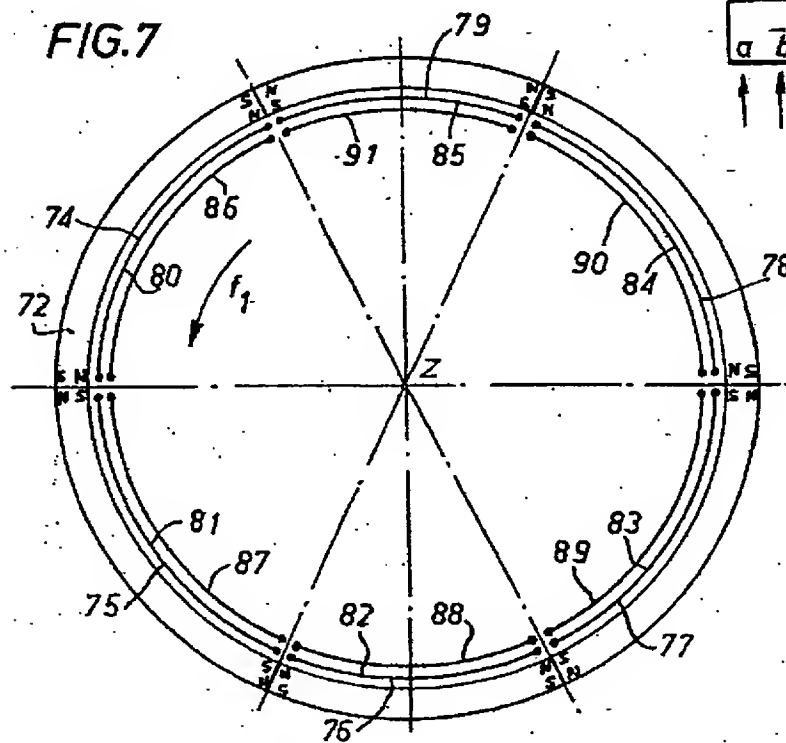


FIG. 5

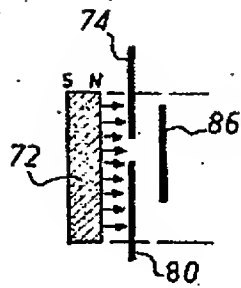


FIG. 6

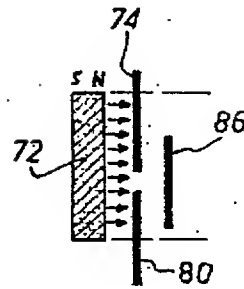


FIG. 8

